

BULLETIN DE L'OBSERVATOIRE DE LYON

St Genis-Laval

N° 4

Novembre 1913

L'ASTRONOMIE NAUTIQUE AU PORTUGAL A L'EPOQUE DES GRANDES DECOUVERTES

Si l'on en juge par la difficulté qu'on éprouve à discerner les véritables auteurs de découvertes récentes, on se rend aisément compte du travail inextricable qu'exigent des recherches ayant même objet quand elles remontent à une époque éloignée. Il ne faut donc pas s'étonner que les résultats de ces recherches soient souvent révisés dans la suite. C'est précisément une révision de cette nature qu'expose M. Joaquim Bensaude dans son ouvrage : *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*. Il s'est proposé de rechercher à qui les grands navigateurs portugais des XV^e et du XVI^e siècles Bartholomé Diaz, Vasco de Gama, Cabral, Magalhaes sont redevables des connaissances astronomiques qui leurs ont permis de conduire avec sécurité leurs flottes sur les côtes de l'Afrique, de l'Inde, du Brésil et dans le Pacifique.

Pour l'érudition allemande, la cause était jugée depuis longtemps. C'est Martin Behaim, disciple de Régiomontanus (Johann Müller de Königsberg) qui, nommé membre de l'Assemblée chargée par le roi don João II de l'étude des problèmes d'Astronomie nautique à Lisbonne (La Junta dos Mathematicos) a apporté aux Portugais les Ephémérides et l'Astrolabe du célèbre astronome de Königsberg.

M. Joaquim Bensaude montre qu'il n'en est rien et que c'est chez eux-mêmes ou tout au moins chez les Espagnols que les Portugais ont trouvé les données astronomiques et les instruments nécessaires à leurs navigations.

Longtemps déjà avant Humboldt, les Allemands avaient exalté Martin Behaim à un point extraordinaire, jusqu'à lui attribuer la découverte des Açores et de l'Amérique; on lui décernait même « la gloire d'avoir vu le premier le détroit de Magellan que l'on prétendait nommer « Fretum Bo-hémicum »; enfin Wagenseiler alla jusqu'à proposer de donner à l'Amérique entière le nom de « Behaimia ». Pourtant l'historien João de Barros, du début du XVI^e siècle, avait été jusqu'à contester à Martin Behaim la qualité de disciple de Régiomontanus dont il s'était glorifié devant le roi D. João II.

Humboldt (1836) lui attribue l'importation à Lisbonne des Ephémérides de Régiomontanus ainsi qu'un perfectionnement important de l'Astrolabe. Plus tard, Breusing (1869) et enfin Günther

(1890) disent qu'on lui doit l'introduction de la Balestilha (1) que l'on prétendait inventée par Regiomontanus. Depuis quelque temps cependant l'enthousiasme des Allemands pour Martin Béhaïm semble s'être beaucoup calmé. Peschel (1877), signalant des fautes graves sur le globe terrestre de son compatriote, termine en disant que les Portugais n'ont du tirer que peu de profit de ses enseignements. Enfin Günther en 1905 reconnut que la Balestilha avait été inventée auparavant par un juif provençal, l'astronome Levi ben Gerson.

C'est grâce à la découverte en 1883, par Cordeiro, à la Bibliothèque d'Evora, d'un ouvrage en deux parties intitulées *Règlement de l'Astrolabe et du quadrant et traité de la Sphère*, et à la découverte par lui-même d'une édition antérieure du même ouvrage à la Bibliothèque de Munich que M. Joaquim Bensaude réussit à élucider son problème. Il est certain, dit-il en substance, qu'il a dû exister, à l'époque considérée, un traité d'Astronomie nautique à l'usage des marins, sorte de manuel contenant très explicitement toutes les solutions des problèmes de navigation. Or les Ephémérides de Régiomontanus ne donnent aucune explication de ce genre, de plus elles ne donnent pas la déclinaison du soleil qui est indispensable à la résolution du plus important de ces problèmes: celui de la latitude. Les Ephémérides ne donnaient, en effet, que la Longitude du Soleil.

Au contraire toutes ces indications et ces données sont exposées très explicitement dans les Ouvrages d'Evora et de Munich. Dans ces deux volumes, le *Règlement de l'Astrolabe* contient la Déclinaison du Soleil, jour par jour; dans l'exemplaire d'Evora, qui est le plus récent, cet élément est donné pour les quatre années du cycle de l'année bisextile. En outre les règles à suivre pour la résolution de tous les problèmes de navigation sont exposées avec une grande précision: 1° *Détermination de la Latitude par la hauteur méridienne du soleil* (2) — *Détermination de la Latitude par la hauteur de la Polaire*. — 2° On considère pour ce problème huit positions des gardes α et β de la Grande Ourse par rapport à la Polaire; au-dessus, au-dessous, à droite, à gauche et dans les quatre positions intermédiaires, et le *Règlement de l'Astrolabe* donne les valeurs correspondantes des huit corrections à apporter à la hauteur de la Polaire. — 3° *Détermination de l'heure locale au moyen des mêmes positions des gardes*, suivant l'époque de l'année.

On pourrait, il est vrai, objecter que Regiomontanus avait publié un autre ouvrage (*Tabula Directionum*) contenant les déclinaisons du Soleil, et que les résultats des Règlements d'Evora et de Munich auraient pu y être copiés; mais cette objection doit être écartée car les déclinaisons de ces ouvrages supposent une inclinaison de l'Ecliptique de $23^{\circ} 33'$, tandis que Régiomontanus avait adopté $23^{\circ} 30'$; (3) En réalité ces déclinaisons avaient été extraites d'un Ouvrage intitulé: *Almanach perpetuum* publié en 1476 par Zacuto, juif Espagnol, alors professeur d'Astronomie à Salamanque.

Tous ces arguments sont parfaitement concluants, il faut donc se résigner à admettre que le rôle de Martin Béhaïm à l'époque des grandes découvertes portugaises a été au moins très effacé.

Les considérations relatives aux instruments demandent à être complétées par quelques remarques. Il convient d'abord de faire remarquer que l'astrolabe des marins, dont il est surtout ques-

(1) Arbalète ou Arbalestrille.

(2) A la page 128, la solution de ce problème par Pédro Nunez est erronée; il y a sans doute erreur de copie. Il faut substituer partout la distance zénithale à la hauteur.

(3) Il est intéressant de remarquer que, dans les notes de Christophe Colomb, on trouve aussi une table des déclinaisons copiée sur la table d'Evora que l'on reconnaît à la même remarque.

tion au cours de cet ouvrage, diffère sensiblement des deux modèles représentés aux pages 36 et 37. L'Astrolabe marin se réduit en réalité à un anneau plat gradué sur son limbe à partir du diamètre qui est horizontal dans la position de suspension. L'astrolabe se portait suspendu au pouce par un anneau. Au centre de l'instrument tournait une alidade à 2 pinnules, dont l'une était percée d'une petite fente destinée à laisser passer les rayons du soleil. L'observateur orientait l'instrument dans le plan du soleil à l'aide de l'ombre, et il plaçait l'alidade de manière que le rayon lumineux passant par la pinnule objective vienne éclairer l'index tracé sur la pinnule opposée; dans cette position, l'alidade marquait la hauteur du soleil sur le limbe de l'instrument. Sur les instruments représentés, pages 36 et 37, la partie intérieure de l'anneau est pleine et porte gravée une projection stéréographique du pôle de l'Ecliptique, des cercles passant par ce point, et enfin de l'Ecliptique elle-même; enfin un cercle spécial porte les graduations du Zodiaque. Sur l'instrument de Regiomontanus (page 36), l'Ecliptique est tracée à l'envers; sur l'instrument arabe, le cercle zodiacal est déplacé. La construction tracée sur l'Astrolabe de Regiomontanus permettait de mesurer les déclinaisons du soleil correspondant aux diverses positions de l'astre dans le zodiaque; les dispositions très compliquées de l'instrument arabe était sans doute destinées à la résolution des divers problèmes d'Astronomie sphérique.

La discussion longue et documentée de M. Joaquim Bensaude n'éclaire pas la question de l'origine des instruments de navigation; je crois donc utile d'exposer rapidement comment elle doit être envisagée. Beaucoup de personnes sont naturellement disposées à considérer tous les progrès de l'industrie humaine comme des créations personnelles d'hommes particulièrement doués. La vérité est que, dans ces progrès, le rôle de l'inventeur, quand il s'en trouve un, est d'ordre tout-à-fait secondaire. Si, en effet, l'on examine avec attention et sans idée préconçue, les progrès contemporains, on constate que chacun d'eux a été réalisé aussitôt qu'il est devenu utile, à la condition qu'il fut réalisable par l'industrie. L'inventeur ne se fait jamais attendre et le plus souvent il s'en rencontre plusieurs. Il est arrivé quelquefois cependant, et nous en trouverons un exemple dans le cas du sextant, que des progrès très précieux se sont longtemps fait désirer, mais c'est toujours, sauf peut-être pour les questions scientifiques proprement dites, lorsque l'industrie humaine était incapable de réaliser les solutions, fournies toujours en temps utile par l'intelligence humaine. On ne saurait citer un seul exemple où celle-ci ait longtemps failli à sa tâche.

Si l'on se place à ce point de vue, on est conduit à admettre que les instruments de navigation dont les marins ont fait usage jusqu'à l'invention du sextant, c'est-à-dire jusqu'au milieu du XVIII^e siècle, étaient connus des Phéniciens; leur exécution a progressé avec l'industrie elle-même, mais le principe en est resté le même. Remarquons en effet qu'au temps d'Hipparque, les astronomes savaient déterminer et prédire les déclinaisons du soleil avec toute la précision utilisable non seulement par les navigateurs contemporains mais encore par ceux des siècles suivants jusqu'au XVIII^e.

Ils savaient aussi déterminer à terre les latitudes par les hauteurs des astres mesurées en général avec les gnomons. Nous ne pouvons guère admettre que des connaissances aussi répandues fussent entièrement ignorées des marins contemporains. La plupart d'entre eux, il est vrai, naviguaient de cap en cap, comme nos caboteurs actuels, et pouvaient, comme eux, se passer d'observations astronomiques; mais il leur arrivait parfois de s'écarter des côtes, volontairement ou non, alors les astres devenaient leurs seules ressources pour se diriger et déterminer leur position. Nous savons déjà par quelques rares passages des auteurs anciens qu'ils se ser-

vaient des Ourses pour gouverner et qu'ils déterminaient l'heure, la nuit, d'après les étoiles ; nous devons supposer qu'ils savaient aussi que la détermination de la latitude se ramenait à la mesure de l'angle compris entre la direction du soleil soit avec la verticale soit avec la visée de l'horizon. Si aucune trace de ces questions n'est parvenue jusqu'à nous, c'est parce qu'elles étaient rassemblées dans des manuscrits (1), souvent secrets, que les professionnels se passaient de mains en mains, analogues aux *Portulans* plus récents que l'imprimerie nous a conservés. Ces manuscrits, sans intérêt pour le public, ont subi le sort de tous les ouvrages techniques de l'antiquité.

Ramené à ce degré de simplicité, le problème de la Latitude était résolu d'avance. Aujourd'hui encore, le premier venu de nos timoniers trouverait rapidement des solutions aussi satisfaisantes que l'Astrolabe, l'Anneau Astronomique, le Quadrant, l'Arbalète (2). Nous sommes donc fondés, à défaut de documents précis, à faire remonter à une haute antiquité l'origine des instruments dont il s'agit (3).

L'histoire de la substitution du Sextant à l'Arbalète est particulièrement intéressante au point de vue qui nous occupe. Ce dernier instrument, la Balestilha des Portugais, offrait sur les instruments suspendus comme l'Astrolabe, l'Anneau Astronomique, le Quadrant, etc..., l'avantage que la ligne horizontale qui sert de repère était immobile, tandis que la verticale de suspension était troublée par les oscillations du navire. Mais il offrait cet autre inconvénient, qu'il nécessitait la visée simultanée du soleil et de l'horizon. L'idée de ramener les deux visées dans une même direction à l'aide d'un miroir a dû venir à l'esprit rapidement, et elle est venue, en effet. Longtemps avant Hadley, plusieurs astronomes, dont Newton, avaient imaginé un dispositif analogue à celui du Sextant ; mais ainsi que le fait remarquer La Caille, à cette époque, l'industrie était incapable de fabriquer un miroir satisfaisant, inaltérable c'est-à-dire en verre, de sorte que Hadley doit la gloire d'être considéré comme l'inventeur de cet admirable instrument à ce seul fait qu'il est arrivé après les autres, au moment où l'industrie a pu réaliser son invention.

E. GUYOU, *Capitaine de frégate,*
de l'Institut.

RESULTATS DES LANCERS DE BALLONS-SONDES faits en Laponie suédoise.

Les résultats donnés par les lancers de ballons-sondes qui ont été faits par plusieurs personnes et à plusieurs reprises dans les régions intertropicales au cours des années 1904 à 1907, amenèrent Monsieur TEISSERENC de BORT à chercher à étudier la répartition de la température dans la haute atmosphère au nord du cercle polaire.

La grande difficulté était de trouver un emplacement d'où les lancers puissent être faits avec quelques chances de retrouver les enregistreurs. On dut d'abord écarter le Spitzberg, où les

(1) M. Victor Bérard a montré que l'Odyssée d'Homère a été écrite sur le canevas d'un Portulan. Il a fait tout le voyage décrit par le poète grec et montré que tous les lieux y étaient décrits avec une remarquable exactitude.

(2) On sait que le pilote de la chaloupe rencontré par Vasco de Gama se servait d'instruments analogues aux siens pour mesurer les hauteurs.

(3) Le nom de *Bâton de Jacob*, attribué à l'Arbalète, n'est-il pas un indice d'origine phénicienne ?

brouillards auraient empêché de suivre les ballons en mer, seul procédé pour les retrouver à cet endroit. De même, il fallut renoncer de faire ces lancers aux îles Lofoten, où beaucoup de ballons se seraient perdus en mer, et dont l'accès est d'ailleurs difficile. Enfin, sur la proposition de Monsieur H. H. HILDEBRANDSSON, Monsieur TEISSERENC de BORT décida de faire les expériences à KIRUNA, petite ville sise en Laponie suédoise, par $67^{\circ} 50'$ environ de latitude nord, et desservie par le chemin de fer de Lulea à Narvik. Les frais de l'expédition furent couverts en partie par Monsieur TEISSERENC de BORT, en partie au moyen des fonds recueillis en Suède par Monsieur H. H. HILDEBRANDSSON.

Monsieur TEISSERENC de BORT, déjà malade, me chargea de procéder à ces lancers. Le matériel nécessaire fut préparé à l'Observatoire de Météorologie dynamique de TRAPPES; c'est également dans cet établissement que furent comparés les enregistreurs employés. Tout le matériel fut expédié directement à Kiruna.

Nous nous sommes servis uniquement de ballons en caoutchouc de grand diamètre ($1^m,70$ à $2^m,00$) et tous les enregistreurs étaient du petit modèle créé par Monsieur TEISSERENC de BORT.

Nous avons lancé de Kiruna 72 ballons-sondes, et, malgré la faible densité de la population dans ces régions, nous en avons retrouvé 41 (57 0/0) avant la fin de l'année 1912 (1). Sur ces 41 ballon, 39 ont donné des résultats utilisables. La proportion des ballons retrouvés est donc assez grande, en tous cas, beaucoup plus considérable que l'on aurait pu s'y attendre dans une région presque désertique et dont la faible population est en grande partie composée de lapons nomades et à peine civilisés. Ce résultat est dû en grande partie à la propagande active qui fut faite parmi les populations laponnes et finlandaises par les soins des autorités et des journaux locaux, à l'instigation de Monsieur H. H. HILDEBRANDSSON.

Les lancers ont été faits en trois séries :

- 1° — du 4 mars au 1^{er} avril 1907, (24 ballons),
- 2° — du 16 février au 12 mars 1908 (30 ballons),
- 3° — du 17 au 29 août 1909 (18 ballons),

Les résultats de ces lancers de ballons-sondes viennent d'être présentés à la Société Royale des Sciences d'Upsal et publiés par les soins de cette Société. On en trouvera ci-dessous un résumé succinct.

Au point de vue technique, ces ascensions ont montré qu'il est facile sans installation spéciale, de faire des lancers de ballons de caoutchouc, puisque nous n'avons eu que deux accidents sans importance. On voit de même, qu'il est possible de faire des séries fructueuses d'ascensions de ballons-sondes dans des régions relativement peu peuplées si la population n'est pas absolument sauvage et que l'on a soin de la prévenir.

On trouvera dans le tableau suivant les résultats numériques principaux de quelques uns des ballons retrouvés, choisis parmi ceux qui ont atteint les altitudes les plus élevées.

La plus haute altitude atteinte a été de 22.760 m., le 24 février 1908, et la plus basse température est de $-75^{\circ}6$, à l'altitude de 11110 m. le 18 février 1908.

La série de lancers de 1908 a, d'ailleurs, été faite pendant une saison présentant le caractère hivernal beaucoup plus prononcé que celle des lancers de 1907, aussi, les températures observées

(1) — Quatre autres enregistreurs ont été retrouvés au cours de l'été 1913, ce qui porte à 45 le nombre des instruments retrouvés (63 %). Les résultats de ces dernières ascensions ne sont pas encore calculés.

Dates	26 mars 1907 8 ^h 42 ^m a.m.	26 mars 1907 7 ^h 10 ^m p.m.	29 mars 1907 5 ^h 47 ^m a.m.	31 mars 1907 6 ^h 20 ^m a.m.	31 mars 1907 4 ^h 55 ^m p.m.	21 février 1908 7 ^h 49 ^m a.m.	22 février 1908 7 ^h 27 ^m a.m.	24 février 1908 6 ^h 59 ^m a.m.	25 février 1908 6 ^h 53 ^m a.m.	4 ^{er} mars 1908 2 ^h 47 ^m p.m.	19 août 1909 8 ^h 43 ^m p.m.	23 août 1909 8 ^h 17 ^m p.m.
Temp. au sol(500m)	+ 0°,5	— 4°,5	— 1°,0	+3°, 9	+ 4°,0	—12°,8	—18°,1	—14°,2	—11°,4	— 7°,7	+12°,0	+11°,0
Temp. à 3000m	—11°,3	—11°,5	—10°,3	— 8°,7	— 9°,6	—19°,8	—18°,3	—17°,0	—16°,1	—12°,6	— 1°,3	+ 1°,0
Temp. à 10.000m	—46°,6	—50°,6	—55°,5	—50°,7	—55°,5	—60°,2	—61°,5	—58°,6	—51°,8	—56°,2	—41°,4	—37°,7
Temp. à 15.000m	—40°,7	—53°,1	—45°,2*	«	«	—68°,2	—65°,7	—59°,7	—52°,8	—52°,2	—48°,5	—48°,2
Température minima	—48°,3	—56°,7	—66°,3	—54°,8	—60°,7	—72°,3	—71°,0	—69°,1	—53°,1	—58°,5	—62°,9	—52°,5
Altit. de la temp. min	10.190m	11.840m	11.740m	10.770m	11.040m	18.330m	19.970m	22.760m	18.510m	10.610m	12.800m	12.680m
Altitude maxima	18.600m	17.990m	22.240m	14.740m	14.870m	18.330m	19.970m	22.760m	18.510m	18.330m	18.850m	18.700m

au sol en 1908 sont-elles beaucoup plus froides, mais les écarts s'atténuent, en général, à mesure que l'on considère des altitudes plus élevées.

La série de 1909 était destinée à se rendre compte s'il y avait une différence fondamentale entre l'hiver et l'été. Il ne semble pas d'ailleurs, qu'il y ait de caractère saisonnier bien net. Les températures à toutes les altitudes, sont en général un peu plus chaudes en été qu'en hiver, mais le gradient de température est en général plus fort en été, et les différences entre les jours consécutifs d'une même saison sont beaucoup plus importantes que celles que l'on observe entre des saisons différentes.

Il faut remarquer que les températures les plus froides observées en toutes saisons aux grandes altitudes au dessus de Kiruna sont sensiblement supérieures à celles rencontrées au même niveau au dessus des régions équatoriales, tant par nous mêmes au cours des croisières organisées par Monsieur TEISSERENC de BORT (—82°) que par Messieurs BERSON et ELIAS sur le Victoria-Nyanza (—84°).

On sait que Monsieur TEISSERENC de BORT a montré, dès 1902, que la température cesse de décroître au-dessus de nos régions à partir d'une certaine altitude, variable d'ailleurs d'un jour à l'autre. Il a nommé *Stratosphère* la couche dans laquelle la température ne présente plus que de faibles variations avec la hauteur, variations d'ailleurs irrégulières et de sens quelconque. L'altitude où commence cette stratosphère peut varier de 7000m. à 15000m., ou même davantage, suivant la situation météorologique.

Les lois que Monsieur TEISSERENC de BORT a trouvées sur les variations de l'altitude de la stratosphère avec la situation météorologique se vérifient aussi bien à Kiruna que dans nos climats; c'est-à-dire que la stratosphère commence plus bas et est plus chaude dans les dépressions que dans les aires de forte pression et que les différences de ce fait sont beaucoup plus importantes que celles dues aux saisons.

Au contraire, il n'a pas été possible, jusqu'ici, de trouver une vérification de ces lois dans les

(*) Réchauffement dû au soleil

régions équatoriales, où la température continue à décroître beaucoup plus longtemps et où, par suite, les froids observés sont beaucoup plus grands.

On rencontre souvent à la base de la stratosphère une inversion thermique plus ou moins importante mais qui dans certains cas peut atteindre et même dépasser 10° . Cette *couche chaude* a été aussi observée en Laponie, mais elle est souvent inexistante, surtout dans les ballons lancés en 1908, où la stratosphère est alors simplement marquée par une très grande diminution du gradient vertical de température. Ce n'est pas là, d'ailleurs, un fait nouveau, car de nombreux ballons lancés à Trappes, avaient déjà montré l'absence de la couche chaude.

Presque tous les instruments retrouvés sont tombés à l'est ou au nord-est de Kiruna, cependant, quelques ballons lancés en hiver ont été retrouvés à l'ouest ou au sud, surtout parmi ceux lancés les jours les plus froids.

Pendant les lancers de Kiruna, Monsieur TEISSERENC DE BORT a fait exécuter à Trappes, près de Paris, des ascensions simultanées. Les comparaisons des résultats ainsi obtenus montrent nettement l'influence de la situation sur l'altitude de la stratosphère.

Par exemple, le 28 mars 1907, Trappes est sous l'influence des fortes pressions qui couvrent toute l'Europe, sauf le nord de la Scandinavie ; Kiruna, au contraire, est dans des basses pressions relatives. Deux ballons sont lancés de Trappes et de Kiruna à une heure et demi d'intervalle environ. Les températures au sol sont $+6^{\circ}$ à Trappes et $+3^{\circ}$ à Kiruna, mais à l'altitude de 12000 m., on observe -65° au dessus de la région de Paris et -42° seulement au dessus de la Laponie.

D'une manière générale, les résultats de ces ballons, combinés avec ceux des ballons lancés dans les régions tempérées et tropicales mènent à cette conclusion assez inattendue que la température dans les très hautes régions (au-dessus de 15000 m.). présente une variation avec la latitude qui est presque l'inverse de la variation au sol ; c'est-à-dire que vers 16000 m. par exemple on rencontre ordinairement des températures de -50° ou -60° à des latitudes voisines de 70° et des températures de -80° à -90° à des latitudes voisines de zéro, bien que les températures au sol puissent présenter des différences de 50° en sens inverse.

On peut supposer que l'isothermie de la stratosphère est due principalement à ce que, dans cette couche, l'air n'a plus de mouvements verticaux, ou plutôt ne se déplace que suivant des surfaces isobares, ces surfaces pouvant présenter des inclinaisons quelconques. Par suite, à cet endroit, l'air ne subit plus ni détente, ni compression et peut prendre un état d'équilibre thermique et le garder jusqu'à ce qu'une cause nouvelle ne vienne le rompre, par exemple, en amenant des mouvements verticaux des masses d'air considérées. Si l'on admet ce point de vue, on en conclut que les mouvements verticaux dans les anticyclones s'étendent jusqu'à des altitudes beaucoup plus grandes que dans les dépressions, ce qui reviendrait à dire que l'influence des dépressions s'étend beaucoup moins dans le sens de la hauteur que celle des anticyclones.

Pour ce qui est de la variation avec la latitude, l'accumulation d'air qui se produit dans les régions équatoriales par suite de la convergence des alizés, amène au-dessus de ces régions des mouvements ascendants relativement forts, qui se prolongent jusqu'aux plus hautes altitudes atteintes. La détente adiabatique continue alors à se faire sentir, ce qui amène les températures très froides observées et l'altitude très élevée de la stratosphère.

H. MAURICE,

Assistant à l'Observatoire de météorologie
dynamique de Trappes.

QUELQUES BASES SCIENTIFIQUES DE LA PRÉVISION DU TEMPS A LONGUE ÉCHÉANCE

La prévision du temps à long terme, comme il était dit excellemment [ici même, (Bulletin de Sept. 1913 ; Page 39), rendrait à tous les plus grands services, et il est aussitôt] ajouté, non moins justement qu'aucune méthode ne fournit une solution complète du problème.

Nous nous garderons bien d'avoir l'outrecuidance de laisser seulement espérer que nous pouvons apporter par nous même, une simple ombre de la solution tant cherchée. Nous voulons tout au plus esquisser les grandes lignes rationnelles de la prévision du temps longtemps d'avance, mettons, pour fixer, une saison ou deux d'avance ; prédire l'hiver en automne par exemple ou l'été au printemps. Certains travaux dont nous dirons quelques mots plus loin laissent voir que la route, pour être longue et pénible, n'en est pas moins orientée vers la bonne direction.

Nous nous permettrons d'abord de rappeler un fait tellement évident qu'on n'y prête plus attention : c'est celui que le caractère général d'une saison peut être prédit avec certitude. Ainsi nous sommes sûrs que l'été sera plus chaud que l'hiver et réciproquement. Le motif de notre certitude, et, c'est là où nous voulions en venir, dérive de ce qu'elle a une base astronomique. Le mouvement annuel de la terre autour du Soleil, combiné avec l'inclinaison de l'axe polaire sur le plan de l'orbite, fait exposer successivement chaque hémisphère aux rayons solaires tombant, pour nos latitudes, presque verticalement en juin, beaucoup plus obliquement en décembre et par suite échauffant plus ou moins le sol et l'atmosphère.

Le rappel de cette notion banale nous conduit à poser quelques principes qui ne sont autres que les règles scientifiques de la prévision du temps à longue échéance. Tout d'abord, la météorologie ne sera une science exacte que lorsqu'elle aura pu atteindre le rang des sciences mathématiques et asservir les mouvements de l'air aux lois immuables régissant le cours des astres. Ensuite, et d'un intérêt plus immédiat, les phénomènes de l'atmosphère sont sous la dépendance fondamentale d'un astre des plus étudiés par les astronomes : le soleil. Tout essai sérieux de prévisions lointaines du temps devra donc s'appuyer sur une connaissance de l'activité future de la radiation solaire.

Mais pour une localité ou pour une contrée donnée, la puissance calorifique de l'astre du jour n'agit pas simplement et directement. Le climat, le temps qu'il fait ou qu'il fera, sont influencés par la géographie du globe en général et de la région en particulier. D'où une nouvelle série de déductions à envisager pour les prophètes des saisons à venir. En outre les caractères essentiels de la géographie météorologique sont susceptibles de perturbations plus ou moins durables. Disons ici en passant que la prévision du temps à courte échéance (quelques heures ou jours d'avance) est précisément basée sur la connaissance assez empirique des allures de ces perturbations passagères. C'est au surplus une question dont nous ne parlerons pas en ces pages, car elle y a été et y sera traitée avec une compétence que nous n'aurons jamais.

Pour résumer les notions élémentaires que nous venons d'indiquer nous dirons que le caractère des saisons est déterminé par un mélange d'éléments stables ou à périodicité connue et de perturbations à lois mal ou pas élucidées. Dans le premier groupe, nous rangerons les retours réguliers des saisons et l'influence des situations géographiques : climats marins ou continentaux, orographie du sol, etc. Dans le second groupe, le seul à étudier puisque l'action du premier reste constante, nous rencontrons deux questions différentes quoique connexes : les fluctuations

Fréquences, long-range,

de la radiation calorifique du soleil et les modifications plus ou moins durables de l'état moyen de l'atmosphère terrestre.

Envisageons en premier lieu l'action prédominante du Soleil. Sans parler, répétons-le pour éviter toute ambiguïté, des saisons uniquement dues à la révolution annuelle de notre globe autour de l'astre du jour, celui-ci éprouve des fluctuations propres dont l'effet évident est la formation de taches plus ou moins étendues à la surface éblouissante de l'astre radieux. On sait depuis bientôt trois quarts de siècle que le nombre et l'étendue des taches solaires varient suivant une période un peu irrégulière dépassant légèrement onze années. Ainsi l'année 1905 a été marquée par un maximum de taches, maximum à réapparition probable en 1916. Comme la durée du déclin du nombre des taches est beaucoup plus longue que celle de leur reprise d'activité, nous sommes encore en 1913 en plein minimum et même dans une période d'exceptionnelle tranquillité du roi de notre système planétaire.

L'activité solaire se manifeste pour les astronomes et les physiciens par d'autres signes que les taches. Citons pour mémoire les fluctuations du nombre des facules et protubérances visibles à la surface de l'astre non moins que les modifications de structure des gloires de la Couronne révélées aux trop courts moments des éclipses totales. Sur terre ce sont l'importance et la fréquence des aurores boréales et des perturbations magnétiques qui se montrent directement en synchronisme avec les variations de la fournaise solaire. Toutes ces fluctuations sont d'ailleurs régies par la grande loi de la période undécennale des taches solaires.

Mais il est autre chose de plus important et cependant encore mal connu en raison de sa découverte récente. L'intensité même de la radiation du Soleil serait variable et on comprend toute la répercussion qui peut s'ensuivre immédiatement pour les saisons de notre globe. Pour parler un langage plus précis, les astronomes évaluent la chaleur reçue de l'astre radieux mesurant l'échauffement subi en une minute par une surface de un centimètre carré supposée exposée normalement aux rayons du soleil et en dehors de l'atmosphère. La mesure s'exprime en petites calories, une calorie étant la quantité de chaleur capable d'augmenter de un degré centigrade un gramme d'eau distillée. Le nombre ainsi trouvé porte le nom de *Constante solaire*. Sa détermination est difficile et suivant les expérimentateurs et les méthodes employées, la constante solaire a été exprimée par un chiffre variant entre deux et trois petites calories, les dernières observations donneraient 1.992 en moyenne.

Ce dernier mot est plus important en soi que le chiffre absolu trouvé. La constante solaire ne serait plus une quantité fixe mais bien une variable avec une moyenne, un maximum et un minimum probablement liés entre eux par la grande fluctuation de onze ans qui semble régir tout le rythme de l'activité solaire. Les variations de la constante seraient au surplus nullement négligeables en amplitude, pouvant atteindre l'importance très respectable de vingt pour cent. En d'autres termes, notre Soleil serait une étoile variable comme il en existe tant d'autres.

On pourrait objecter à cette conclusion nos propres remarques quelques lignes plus haut, touchant la difficulté d'une exacte mesure de la radiation solaire. Cette objection tombera lorsqu'on saura que la variation a été découverte au moyen d'une seule méthode, des mêmes instruments et par les mêmes observateurs. Quelles que soient les erreurs absolues possibles, les mesures restent comparables à elles-mêmes et c'est tout ce qu'il faut pour déceler des fluctuations périodiques. Ajoutons que les observateurs dont il s'agit, MM. Abbot et Fowle, ont pris soin de procéder à des mesures durant les années 1911 et 1912 en deux stations aussi écartées que la Californie et l'Algérie. Ils éliminaient de la sorte les influences atmosphériques locales

tout en pouvant mettre en évidence, comme nous le verrons bientôt, certains troubles profonds de notre enveloppe aérienne. Au surplus, enfin, MM. Abbot et Fowle s'occupent depuis de longues années de l'étude de la constante solaire, notamment dans des observatoires de montagnes, aux Etats-Unis, et leurs travaux avaient déjà indiqué des fluctuations quotidiennes dans l'intensité de la radiation (Voir l'article du Prof. Frost, Directeur de l'Observatoire Yerkes, dans *Popular Astronomy*; Oct. 1913.)

La quantité de chaleur reçue du soleil change donc et, soit dit en passant, cette découverte suffirait à justifier l'utilité économique et matérielle des travaux astronomiques. Car tout le monde comprend que les saisons ne peuvent être que perturbées de leur normale avec les ondulations du calorique solaire. Mais il reste à voir comment notre planète réagit en présence des fluctuations. Une vue simpliste pourrait être qu'il fait d'autant plus froid que le soleil émet moins de chaleur. Cela est certain en soi, mais en météorologie, les choses ne suivent pas des lois aussi élémentaires et ceci nous amène à envisager l'influence des perturbations atmosphériques, le second élément fondamental, avons-nous dit, pour la prévision rationnelle du temps à longue échéance.

Une courte réflexion nous permettra d'abord de comprendre que les variations de la constante solaire ne peuvent pas avoir d'effet brusque. La masse même de la Terre, son enveloppe aérienne, encore plus les océans, possèdent une inertie thermique qui les fait amortir les vicissitudes des radiations de l'astre du jour. Par suite, ce ne sera que graduellement et avec un certain retard que nos températures terrestres peuvent s'orienter dans le même sens que les changements subis par la fournaise solaire. Ainsi, par exemple, une grande abondance de taches est un symptôme sûr d'une forte activité interne du soleil, et bien que sa surface brillante semble diminuée par la présence même des taches, l'astre répand en réalité plus de calorique dans l'espace. Néanmoins, ce serait au bout de plusieurs mois seulement que notre planète verrait la moyenne de la température aérienne s'élever dans l'ensemble.

C'est à dessein que nous écrivons ce dernier mot, parce que les répercussions des fluctuations solaires prennent en fait l'apparence la plus inattendue et la plus illogique pour le profane. C'est ainsi que les savants déjà cités, MM. Abbot et Fowle, sont d'avis que l'augmentation de la radiation solaire a pour conséquence de diminuer notablement la température de l'été de l'hémisphère boréal, tout en relevant, quoique dans une proportion moindre, les températures hivernales des mêmes latitudes.

Soleil plus chaud, été plus froid; tel est le paradoxe dont l'explication n'est pas d'ailleurs au dessus de nos moyens et a l'avantage de nous fournir une nouvelle et très importante base scientifique de la prévision du temps à longue échéance. Ici la géographie météorologique apparaît et augmente encore la complexité de la question.

Comme chacun sait, le climat de la France est, dans l'ensemble, marin et soumis à l'influence prédominante des courants de vent d'Ouest, c'est-à-dire venant de l'Océan Atlantique. Normalement, les vents d'Ouest passent sur les eaux chaudes du *Gulf-Stream* et nous en obtenons le bénéfice d'une température bien plus douce que ne le comporterait strictement notre latitude. Toutefois, l'Atlantique charrie, en contre-partie des courants chauds, des eaux froides venant du pôle, et surtout des glaces flottantes de même provenance et dont le danger pour la navigation a été tragiquement illustré par des naufrages encore présents à la mémoire de tous. Ces masses glaciaires se détachent des banquises polaires au printemps et en été. Descendant souvent très bas en latitude au dessous même du quarantième degré, elles fondent lentement refroidissant à la

fois les eaux marines et l'atmosphère qu'elles chargent de redoutables brouillards glacés. Les vents d'ouest balaient ces vapeurs à basse température, se refroidissent eux-mêmes sur la mer aux alentours des glaces flottantes et l'Europe occidentale reçoit à son tour des vents humides et frais provoquant des printemps et des étés pluvieux et froids comme l'été de 1912.

Or l'abondance de la débâcle annuelle des glaces polaires dans l'Atlantique Nord dépend surtout d'une prompte dislocation des banquises arctiques. Cette dislocation est elle-même facilitée par un excès de la chaleur reçue par la terre et ainsi s'explique très simplement le paradoxe d'une recrudescence d'activité solaire nous gratifiant de saisons estivales au-dessous de la normale. Nous ajouterons que l'influence des glaces marines se fait plus ou moins sentir, suivant que la situation barométrique provoque plus ou moins de vents marins. Mais en moyenne il semble bien que, pour l'Europe, les fluctuations de la constante solaire fassent agir le mécanisme indirect que nous venons d'indiquer. Tout au plus, comme nous y faisons allusion plus haut, on rencontre d'autres perturbations à grande influence: ainsi en 1912, on a relevé à la fois un manque de transparence atmosphérique et une diminution corrélative de la chaleur reçue du soleil, dues probablement à des cendres volcaniques projetées par un puissant volcan de l'Alaska.

Négligeant ce cas exceptionnel, nous pouvons conclure que, pratiquement, la prévision du temps à longue échéance doit prendre en considération deux données essentielles: Ce qu'on appelle improprement la constante solaire et plus encore l'importance de la fusion des glaces du pôle.

Il est fort heureux qu'il en soit ainsi. La détermination de la constante solaire est en effet encore réservée aux travaux les plus délicats des astronomes. Au contraire, la recherche des glaces flottantes dans l'Atlantique est plus à la portée des humains et a lieu d'ailleurs d'une manière de plus en plus suivie en raison des terribles dangers courus par les paquebots du fait du choc de ces glaciers en dérive. Des études scientifiques multiples sont déjà consacrées à la marche et au nombre des glaces en question. (Voir particulièrement, en français, les études du lieutenant de vaisseau M. Hautreux, notamment celle publiée dans les *Actes de l'Académie des lettres et sciences* de Bordeaux en 1913). Il résulte des documents importants mis en œuvre par M. Hautreux que la surveillance des débâcles polaires peut être assurée de très près et les météorologistes européens peuvent être aisément prévenus des semaines d'avance du total approximatif des montagnes glacées dont le souffle froid peut venir troubler nos saisons. De là à une prédiction précise du temps pour une contrée limitée, il y a loin assurément, mais les considérations précédentes nous semblent indiquer une orientation vraiment scientifique et pleine de promesses.

M. MOYE

Professeur à l'Université de Montpellier.

La Science officielle.

En a-t-on assez dit à propos de la pauvre science officielle, toujours boîteuse, toujours en retard? Admirable sujet de conversation, qui permet à d'aucuns de se bâtir des pedestaux fondés sur une habile réclame, bien plus que sur des connaissances solides.

A-t-on tout dit? Non.

Désireux de rendre service aux agriculteurs, dans la mesure possible, nous avons expliqué que nous allions tenter de faire des prévisions météorologiques à longue échéance: et, dès le début, nous indiquions (Bulletin n° 1, p. 18) que « *cette prévision à long terme pourrait alors*

être constamment rectifiée à l'aide de la prévision à court terme ; précisant encore notre point de vue, nous ajoutons (Bulletin n° 2, p. 41) que nous savons bien, à l'avance aussi, que nous ne connaissons pas le temps qu'il fera dans vingt jours et que nous admirerions fort celui qui, à 24^h près, pourrait indiquer à l'avance un orage à grêle, dans un rayon de 200 Kilomètres.

Mais nos intentions ont été dénaturées par ceux-mêmes qui n'en ont pas examiné l'exposé, et nous croyons utile de préciser encore notre but.

Voici l'époque de la vendange. Je suppose que nous avons fait la prévision suivante : du 1^{er} au 10 Octobre, il fera beau, sauf un jour pluvieux, le 7 ; l'occasion est propice pour vendanger. En réalité, il fait beau du 1^{er} au 10, mais il pleut le 8 et non pas le 7. Qu'importe ! notre conseil est excellent et les viticulteurs se trouveraient fort bien de l'avoir suivi. Or nous avons commis 2 fautes, car le 7 il fait beau et non pas pluvieux, le 8 est pluvieux et non pas beau. Ainsi, ayant fait en réalité une excellente et utile prévision pour cette décade, nous nous comptons deux fautes.

Prenons un exemple extrême. Voici l'époque des foins— supposons que, dans un mois très instable, à variations incessantes, nous ayons fait la prévision suivante : il fera beau tous les jours impairs, les 1, 3, 5,.... ; il pleuvra tous les jours pairs, 2, 4, 6.... Le conseil sera précieux : dans une période aussi pluvieuse, le cultivateur différera de faucher, afin de ne pas voir pourrir ses foins, comme cela fut hélas trop fréquent dans le Rhône cette année. Or, à côté de notre prévision, je suppose qu'il se produise l'inverse : il pleut tous les jours impairs, 1, 3, 5.... et il fait beau tous les jours pairs 2, 4, 6.... Ainsi ayant fait une *excellente* prévision sur la nature générale du mois, ayant rendu service, nous avons à noter 30 fautes ! on ne peut en avoir davantage : 100 pour 100.

Nos indications ne peuvent être que générales : elles sont déjà ainsi, fort problématiques. Nous avons expliqué que nous les donnions jour par jour afin, seulement, de nous soumettre à un contrôle sans discussion : les exemples que nous venons de donner expliquent suffisamment comment nos pronostics peuvent, et doivent, être interprétés.

Guidés par le seul souci de rendre service aux agriculteurs, nous faisons une tentative hardie, et même très téméraire.

Qui donc sut apprécier notre effort ?

C'est l'instant de le dire, car c'est pour nous un précieux réconfort et un grand encouragement : partout, en France, et même à l'Étranger bien que nous soyons localisés sur de la climatologie lyonnaise, les savants les plus éminents nous ont adressé les marques d'estime et de sympathie les plus utiles ; les concours précieux et spontanés nous sont venus des milieux les plus officiels. Quelque jour viendra, nous l'espérons, où nous trouverons l'occasion de dire publiquement notre reconnaissance en indiquant les noms de nos premiers abonnés, de nos collaborateurs — et, je puis le dire, de nos bienfaiteurs.

Ailleurs... on encourage peu les initiatives : chacun vit pour sa petite gloriole personnelle et non pour la recherche scientifique longue, patiente et désintéressée — A ceux qui raillent, qui rient sans avoir examiné la question, qui nous prêtent des prétentions ridicules, à ceux-là mêmes dont la profession est de mépriser toute science *officielle*, nous dédions simplement les méfaits actuels de la « Science Officielle ».

ÉTUDE SUR LE BROUILLARD

A l'époque de l'année où les brouillards deviennent plus fréquents et plus intenses, il m'a paru opportun de donner une étude de ces météores désagréables et malsains, et de montrer, par la comparaison de leur fréquence en divers points de la France, que la réputation faite à la ville de Lyon d'être *exceptionnellement brumeuse* est quelque peu exagérée.

Définition du brouillard et de la brume. Avant toutes choses, il importe de définir le brouillard et la brume qui sont souvent confondus,

Lorsque la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère est condensée suivant l'un des modes indiqués plus loin, elle peut rester en suspension apparente dans l'air sous forme de très fines gouttelettes et trouble alors sa transparence. On donne à cette condensation le nom de *brouillard* lorsqu'elle se forme au voisinage du sol, et de *nuage* lorsqu'elle reste suspendue à une certaine hauteur dans l'atmosphère. Dans le brouillard l'air est donc saturé de vapeur d'eau tandis que dans la *brume*, désignée aussi quelquefois sous le nom de brouillard sec — et qu'il ne faut pas confondre avec les *brumes* des marins, qui ne sont autre chose que des brouillards — l'atmosphère est, au contraire, loin de son point de saturation. La cause de l'opacité de l'air, qui caractérise la brume, n'est pas toujours connue ; mais généralement ce voile grisâtre ou jaunâtre résulte de poussières très ténues maintenues en suspension dans les couches les plus basses de l'atmosphère. Elle est, en effet, plus fréquente au dessus des agglomérations qu'en pleine campagne. La distinction entre le brouillard et la brume étant établie, je ne m'occuperai dorénavant que du brouillard.

Constitution du Brouillard. Le diamètre des gouttelettes d'eau qui constituent le brouillard peut être mesuré directement au microscope. Les diverses mesures effectuées s'accordent pour lui donner comme limites 0^{mm},006 et 0^{mm},127, et pour valeur moyenne 0^{mm},02, soit un cinquantième de millimètre. Quant à leur nombre, il est en moyenne de l'ordre de 100 millions de gouttelettes par mètre cube d'air, ce qui correspond à un intervalle entre deux gouttelettes égal à environ 100 fois leur diamètre

Les gouttelettes du brouillard paraissent flotter dans l'air ; cependant elles tombent vers le sol, mais avec une vitesse faible, et d'autant moindre qu'elles sont plus petites, à cause de la résistance que l'air oppose à leur chute ; et pour des gouttelettes de 0^{mm},02 la vitesse uniforme de chute n'est que de quelques centimètres par seconde. C'est cette quasi immobilité qui, entre autres raisons, a fait supposer longtemps que le brouillard était constitué par des *vésicules* formées d'une mince enveloppe liquide remplie de vapeur d'eau ou d'air. Mais les lois de la capillarité montrent que l'existence de sphères liquides, creuses, aussi petites, n'est pas possible ; et de plus, M. Assmann, qui a observé au microscope la congélation des gouttelettes de brouillard, les a vues se transformer en petites sphères de glace ne présentant aucune apparence gazeuse au centre. Le brouillard est donc formé de gouttelettes liquides *pleines*.

Formation du brouillard. Un refroidissement suffisant de l'air peut condenser la vapeur d'eau qu'il contient et lui faire prendre l'état liquide. Les causes qui peuvent produire ce refroidissement sont les suivantes :

1. *Rayonnement.* Le refroidissement par rayonnement se produit surtout pendant les nuits claires et donne naissance aux brouillards bas qui s'observent par temps calme au-dessus des lacs, des rivières, des prairies humides, etc. Ils peuvent être très intenses, mais ne s'élèvent jamais beaucoup au dessus du niveau du sol.

Ce mode de condensation est fréquent à Lyon, surtout à partir du moment où la température de l'air devient inférieure à celle du Rhône et de la Saône ; ce qui a lieu en moyenne entre novembre et mars. Dans cette période, chaque fois que le ciel est clair et l'air calme ou peu agité, il se forme après le coucher du soleil, sur les deux fleuves et surtout sur la Saône, une couche de brouillard qui s'épaissit plus ou moins rapidement. Ce brouillard ne demeure pas toujours maintenu entre les quais ; souvent il s'élève assez pour en sortir, s'étaler sur les rives, et même envahir toute la presqu'île. Il est parfois très dense, mais s'élève rarement à la hauteur des collines de Fourvière et de la Croix-Rousse.

Il est incontestable que l'évaporation de l'eau des deux rivières intervient dans la production de ce brouillard, tout au moins pour l'amorcer ; mais seule elle ne saurait lui donner une bien grande épaisseur parce qu'elle devient moins active dès que les couches d'air voisines de l'eau sont saturées de vapeur, et qu'elle diminue dans le courant de l'hiver à mesure que la température des rivières s'abaisse. Aussi, lorsque le ciel est couvert, c'est-à-dire lorsque le rayonnement n'intervient à peu près plus, ce brouillard reste généralement limité aux lits des cours d'eau. Pendant l'automne et l'hiver, les conditions ciel clair et air calme ne sont pas réunies souvent, peut-être en moyenne une dizaine de jours ; et, lorsqu'elles le sont, elles donnent naissance à un brouillard qui disparaît toujours quelques heures après le lever du soleil.

Le brouillard étudié dans le paragraphe suivant persiste au contraire nuit et jour, et souvent pendant plusieurs jours consécutifs.

2. *Mélange d'air froid et d'air plus chaud.* Le mélange de deux masses d'air de température différente peut donner lieu à une condensation de vapeur d'eau. Cette condensation aura toujours lieu si les masses d'air sont toutes deux saturées ; dans le cas contraire, la condensation ne se produira que si le degré de saturation de chaque masse et la proportion du mélange sont convenables. Ce mode de condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère joue un rôle important dans la formation des brouillards et des nuages. C'est lui qui produit les brouillards des vallées profondes, quand l'air refroidi des sommets descend le long des flancs des montagnes et vient se mélanger à l'air plus chaud, et généralement voisin de la saturation, des fonds. Cette cause intervient peut-être dans la formation du brouillard à Lyon : l'air relativement froid des collines de Fourvière et de la Croix-Rousse peut, en s'abaissant le long des flancs des coteaux, coopérer à la production du brouillard de la presqu'île ; mais la différence de température entre les sommets des collines et la ville n'est pas considérable ; et si ce mode de condensation agit il ne doit pas le faire d'une façon bien énergique.

Les brouillards intenses et persistants, qu'on observe à peu près chaque hiver dans notre région, sont quelquefois attribués au mélange de masses d'air de température différente :

On sait que dans une aire de hautes pressions, qu'on désigne aussi sous le nom d'anticyclone, les courants atmosphériques ont une faible composante dirigée de haut en bas ; il y a donc apport lent de l'air des régions supérieures dans les couches situées près du sol. Supposons qu'un anticyclone couvre l'Europe centrale et occidentale, et qu'une dépression océanienne s'approche des Iles Britanniques — situation atmosphérique fréquente en hiver, — l'air relativement chaud et humide des courants du Sud-Ouest qui règnent alors au-dessus de nous, entraîné par les courants descendants, viendra se mélanger à l'air plus froid des couches inférieures et donner naissance à des brouillards épais.

Mais cette explication rencontre de sérieuses objections ; entre autres elle fait intervenir l'hu-

midité de l'air des couches supérieures, alors que les observations de grande altitude montrent que dans les anticyclones d'hiver cet air contient, au contraire, peu de vapeur d'eau.

La théorie de ces brouillards bas la plus généralement acceptée, — théorie qui explique aussi les inversions de température avec l'altitude qu'on constate dans les régimes de haute pression — est la suivante : l'échauffement qui résulte de la compression due aux lents mouvements descendants de l'air dans un anticyclone, est combattu surtout par le *rayonnement*, auquel s'ajoutent, dans les régions les plus basses, la dispersion de l'air et son contact avec le sol refroidi. Au dessous d'une certaine altitude, en moyenne 700 à 1000 mètres, la température cesse de croître à mesure qu'on s'approche du sol, et le refroidissement des couches inférieures, favorisé par le calme de l'air, devient suffisant pour que, malgré la faible humidité absolue, le point de rosée soit atteint.

Ces brouillards, dont l'épaisseur varie généralement entre 100 et 600 mètres, persistent souvent pendant plusieurs jours et cessent lorsque les vents du Sud des hautes régions se sont abaissés jusqu'au niveau des plaines. Au-dessus d'eux le ciel est pur, et la température plus élevée que dans l'intérieur de la couche humide. Le niveau supérieur de cette mer de brouillard n'est pas stationnaire ; il subit une oscillation diurne que les altitudes différentes des trois stations de l'Observatoire de Lyon (Parc de la Tête d'or, 175 mètres, St-Genis-Laval, 299 mètres, et Mont Verdun 625 mètres), permettent d'observer facilement : la couche de brouillard atteint sa plus grande épaisseur le matin, au moment du minimum de température, c'est-à-dire peu de temps après le lever du soleil ; puis son niveau s'abaisse jusque vers 15 heures, parfois suffisamment pour qu'un soleil pâle soit visible des plaines au travers du voile brumeux ; et recommence ensuite à s'élever.

Si dans l'intérieur du brouillard la température est inférieure à 0°, il se dépose un givre parfois très abondant ; et à ce propos je citerai une observation que j'eus l'occasion de faire au Mont Verdun en janvier 1882. Un brouillard très épais couvrait les plaines, mais restait au-dessous de la station du Mont Verdun, où le ciel était pur et la température supérieure à 0° dans le milieu du jour, tandis qu'il gelait d'une façon continue à Saint-Genis et au Parc qui se trouvaient dans la couche humide. Le niveau supérieur du brouillard oscillait chaque jour, ainsi que je l'ai dit précédemment, et pendant la nuit un givre épais était déposé sur les branches des arbres, marquant ainsi très nettement l'altitude maximum qu'il avait atteinte. Ce givre fondait rapidement le lendemain sur tous les corps que le brouillard laissait libres en s'abaissant ; et on voyait, vers le milieu du jour, des arbres dont les branches supérieures, qui émergeaient du brouillard, étaient complètement dégarnies de givre, tandis qu'il persistait sur les branches plus basses, encore immergées. La fusion du givre se faisait d'ailleurs aussi bien à l'ombre qu'au soleil, quoique plus lentement.

Le brouillard bas persistant ne disparaît pas toujours de la façon que j'ai indiquée, c'est-à-dire balayé par le vent du Sud : Si la dépression qui s'approchait des Iles Britanniques, au lieu de continuer sa marche vers l'Est, est déviée par l'anticyclone vers les régions septentrionales, la couche brumeuse s'élève un peu, formant un stratus ; il n'y a plus alors de brouillard à Lyon même, où le ciel est uniformément gris.

3° *Détente*. Quand une masse d'air rencontre une montagne, elle est forcée de s'élever ; sa pression diminue, son volume augmente, et si le refroidissement produit par cette détente est suffisant, la vapeur d'eau qu'elle contient se condense en brouillard pour l'observateur qui se trouve sur le sommet, et en nuage pour un observateur placé au pied de la montagne. Le sommet une

fois franchi, l'air chargé de gouttelettes va redescendre; sa pression va augmenter, son volume diminuer, et l'échauffement qui en résultera fera disparaître le brouillard. Le sommet de la montagne paraîtra donc encapuchonné d'un nuage à un observateur situé au-dessous, et ce nuage lui semblera immobile, bien qu'en réalité il se déforme et se reforme continuellement. Cet aspect est bien connu dans la région lyonnaise où on le désigne en disant: le Mont Pilat, ou le Mont-Verdun, a son *chapeau*.

Evaporation. Dans la formation des brouillards d'été et du commencement de l'automne, si préjudiciables aux récoltes tardives, l'évaporation est une cause prédominante, sinon la seule. Ces brouillards se produisent en effet après une forte averse orageuse ou, de préférence, à la suite d'une période pluvieuse. Lorsque l'air est calme, l'évaporation de l'eau, rendue très active par la température relativement élevée du sol, sature les couches d'air les plus basses et donne naissance à un brouillard qui disparaît au bout de peu de temps dans les mois d'été, mais qui, en septembre et octobre, surtout si le ciel est clair, persiste parfois toute la nuit et une partie de la matinée.

Rôle des poussières et des fumées. Pour qu'un brouillard se produise, il est indispensable que l'air contienne des particules solides en suspension. Des expériences classiques montrent, en effet, qu'un air absolument pur de toutes poussières ou fumées, peut être *sursaturé* de vapeur d'eau sans qu'il y ait condensation; et que la condensation sous forme de brouillard se produit au contraire immédiatement dans un air saturé de vapeur d'eau, si on y introduit des particules solides: fumées de tabac, de bougie, etc. Aussi, toutes choses égales d'ailleurs, le brouillard doit donc être plus épais dans le voisinage des grandes agglomérations, où les poussières en suspension dans l'air sont en grande quantité, que loin d'elles où l'air est relativement pur.

Fréquence des jours de brouillard. On compte comme jour de brouillard toute journée de 0 h. à 24 h. dans laquelle, pendant un temps plus ou moins long, on a observé du brouillard. Les nombres de jours de brouillard observés dans 10 stations françaises, auxquelles j'ai joint celle d'Uccle, près de Bruxelles, sont donnés pour chaque mois dans le tableau suivant. Ces nombres sont la moyenne de 20 années d'observations s'étendant du 1^{er} Janvier 1893 au 31 décembre 1912, sauf pour Brest où les observations ne comprennent que 19 années, pour Dunkerque 15, et pour Bruxelles 70.

Les documents qui ont servi à les établir ont été pris dans les registres de l'Observatoire de Lyon, pour le Parc de la Tête d'Or et St Genis Laval, dans les Annales du Bureau central météorologique de France, pour les autres stations françaises, et dans l'Annuaire météorologique de l'Observatoire royal de Belgique, pour Uccle.

Ce tableau montre que, sauf pour Brest où les jours de brouillard sont à peu près répartis également dans chaque mois, c'est dans les mois d'automne et d'hiver que le brouillard est le plus fréquent, avec un maximum en décembre ou janvier; ce résultat était à prévoir et n'apprendra rien à personne.

La comparaison des nombres annuels de jours avec brouillard est plus intéressante. Les 11 stations, considérées ayant été classées par ordre de fréquence du brouillard, on voit que la région lyonnaise occupe un rang moyen; et si, au Parc de la Tête d'Or, les jours de brouillard sont plus fréquents qu'à Toulouse, Clermont-Ferrand et Perpignan, il y en a sensiblement autant à Brest et Langres, et beaucoup plus à Dunkerque et Bruxelles. Il est vrai que la station du Parc de la Tête d'Or est en dehors des deux rivières; mais peu éloignée du lac et entourée de nombreux petits bassins, elle est dans une situation très favorable à la formation du brouillard, et il paraît raisonnable de supposer qu'il y est aussi fréquent que dans l'intérieur de la ville.

Nombre de jours de brouillard.

Localités Mois	Dunkerque	Bruxelles	Langres	Brest	Lyon-Parc	Parc St Maur	Lyon St Genis	Besançon	Toulouse	Clermont- Ferrand	Per
Janvier	12	10	10	5	10	8	9	9	8	3	1
Février	7	7	6	4	6	5	5	4	5	1	2
Mars	7	6	4	5	3	4	2	3	3	1	1
Avril	3	3	2	5	2	1	1	1	2	0	1
Mai	3	2	1	6	1	1	1	1	1	0	0
Juin	2	2	2	4	1	1	1	1	0	0	0
Juillet	2	1	2	6	0	1	1	1	0	0	1
Août	2	3	1	5	1	1	1	1	0	0	1
Septembre	5	6	3	6	3	4	2	4	1	0	1
Octobre	8	8	7	4	10	7	6	6	4	1	2
Novembre	10	10	10	5	9	9	9	8	8	3	1
Décembre	11	11	11	3	12	7	11	8	9	3	1
Année	72	69	59	58	58	49	49	47	41	12	12

Les jours de brouillard sont sensiblement aussi nombreux à St Genis qu'à Besançon, et aussi qu'à Bourg où, d'après une statistique portant sur 20 années (1844-1864) il y en a annuellement 48 en moyenne. On peut donc admettre que, sur la région Est de la France comprise entre ces trois points, dont les plus éloignés sont distants de 200 kilomètres environ, il y a, en moyenne, 48 jours par an où le brouillard a un caractère général.

L'excès annuel des jours brumeux de Lyon sur ceux de St. Genis, qui est de 10 en moyenne, serait alors dû à des conditions climatiques particulières à la ville.

En admettant qu'on puisse arriver à supprimer toutes les causes locales qui produisent cet excès, la ville de Lyon bénéficierait de 10 jours de brouillard de moins par an, en moyenne. Mais parmi ces causes locales, il y en a qu'on ne saurait faire disparaître: le voisinage des collines de Fourvière et de la Croix-Rousse par exemple; en outre, on n'empêchera jamais la formation des brouillards persistants et intenses qui résultent de certaines situations atmosphériques; les seuls qu'on pourrait espérer vaincre sont les brouillards de peu de durée dont j'ai parlé aux paragraphes *rayonnement* et *évaporation*.

Si un jour des expériences sont tentées dans ce but, il serait évidemment très utile de les prolonger pendant un temps assez long, pour que les conclusions à en tirer aient quelque signification. Les éléments météorologiques étant éminemment variables d'une année à l'autre dans nos régions, une statistique basée sur un laps de temps trop court pourrait, en effet, conduire à des résultats tout différents de ceux qu'auraient donnés des observations plus longtemps prolongées.

C'est ainsi qu'en considérant seulement les années 1907-1912, on aurait en moyenne un nombre annuel de jours de brouillard à Lyon-Parc supérieur de 20, — 78 au lieu de 58 —, à celui déduit des 20 dernières années.

Etangs de la Dombes. — Le brouillard, a, en effet été relativement fréquent à Lyon depuis 1907; et c'est aussi depuis cette époque, sauf erreur, que les Etangs de la Dombes, qui avaient été desséchés, ont été de nouveau remplis d'eau.

Cette coïncidence curieuse est vraisemblablement toute fortuite; et il serait téméraire et tout-à-fait hors de ma pensée, d'en conclure que, dorénavant, tant qu'on maintiendra les Etangs de la Dombes dans l'état actuel, le nombre annuel des jours de brouillard à Lyon, restera supérieur à la normale des années antérieures à 1907.

En résumé, les brouillards qui affectent la ville de Lyon, peuvent être divisés en deux grandes classes : 1° les brouillards *généraux* qui figurent pour 80 pour 100 environ dans le nombre annuel; ils résultent de certaines situations atmosphériques, couvrent une grande étendue et persistent souvent pendant plusieurs jours. 2° les brouillards *locaux*, favorisés par la configuration du sol et la présence des grandes nappes d'eau du Rhône et de la Saône; ils se produisent surtout par temps calme et serein, et disparaissent généralement dans le milieu du jour. L'évaporation, et surtout le rayonnement en sont les causes principales.

M. LUIZET,

*Astronome à l'Observatoire
de Lyon.*

INSTRUCTION POUR L'OBSERVATION ET L'INSTALLATION DES THERMOMÈTRES

Installation. — Autant que possible, on doit installer les thermomètres au milieu d'un terrain découvert, à 2^m environ au-dessus d'un sol gazonné et sous un abri.

Cet abri se compose d'un double toit formé de deux planches de bois ou de deux feuilles de zinc, distantes d'environ 0^m,1 l'une de l'autre et inclinées d'à peu près 30° vers le sud. La surface externe du toit supérieur devra être peinte en blanc. Cet abri devra être orienté avec soin et construit assez légèrement en fer ou en bois, pour ne pas exercer d'influence notable sur les thermomètres; il faudra cependant qu'il soit assez solide pour résister aux coups de vent. Dans les régions où les coups de vent sont à craindre on peut l'amarrer par des fils de fer à 4 piquets enfoncés dans le sol à quelque distance.

L'abri est placé sur un sol gazonné, pour que les instruments soient garantis contre la réverbération du sol. Les thermomètres doivent être protégés contre le soleil le matin et le soir par des massifs d'arbres éloignés, ou par de petits volets très légers attachés de part et d'autre de l'abri.

Au centre de l'abri on disposera deux traverses horizontales légères, entre lesquelles on suspend les thermomètres.

Pour faire la lecture. Il faut avoir soin de se placer dans une position telle que la ligne qui va de l'œil à l'extrémité de la colonne ou de l'index soit à très peu près perpendiculaire au tube du thermomètre observé; on doit éviter que la chaleur de l'haleine, ou celle de la lumière dont on fait usage au besoin, ne fausse les indications des instruments.

Les dixièmes de degré s'évaluent, par estime, à la simple vue. On peut exercer l'œil à cette opération en traçant sur un papier deux traits distants de 0^m.01 et une ligne intermédiaire, dont

on évalue la distance en millimètres, d'abord à l'œil, par simple estime, puis au moyen d'une règle divisée.

Thermomètre sec. (1) Le thermomètre sec est suspendu verticalement au centre de l'abri. Il est du reste généralement monté d'avance sur une planchette à côté du thermomètre à boule mouillée. On n'aura donc qu'à suspendre cette planchette, mais il faut s'assurer que le bois est assez grand pour protéger les réservoirs des thermomètres contre la pluie et le soleil.

Thermomètre à maximum. Le thermomètre le plus généralement employé est le thermomètre de Negretti; c'est un thermomètre à mercure dont la tige purgée d'air est étranglée, près du réservoir, par une pointe de verre qui est soudée au tube. Le mercure peut franchir cet obstacle pendant l'ascension de la température du thermomètre. Dès que cette température baisse, la colonne qui a dépassé l'obstacle reste en place et il se fait derrière elle un vide dans le réservoir. Le maximum se trouve donc indiqué par la position de l'extrémité de la colonne la plus éloignée du réservoir. Ce thermomètre doit être placé horizontalement ou mieux incliné de quelques degrés, le réservoir en bas.

Après la lecture, on redresse le thermomètre en lui donnant, si c'est nécessaire, une petite secousse pour faire rentrer le mercure dans le réservoir.

Thermomètre à minimum. Le thermomètre à minimum est un thermomètre à alcool, muni d'un index en émail qui reste toujours baigné dans le liquide. Quand la température s'élève, l'alcool passe entre les parois du tube et l'index, et laisse ce dernier en place. Quand la température s'abaisse, la colonne d'alcool rentre dans le réservoir et vient rencontrer la tête de l'index; celui-ci est entraîné par suite de son adhérence avec le liquide et déposé au point qui correspond au maximum de contraction. La température minimum est donc fournie par l'extrémité de l'index située du côté opposé au réservoir. Ce thermomètre doit, comme le précédent, être placé horizontalement, le réservoir un peu plus bas que la tige est fixé de manière à n'être pas ballotté par le vent, ce qui déplacerait l'index. Après chaque lecture de l'instrument, on le redresse, le réservoir en haut, pour faire descendre l'index jusqu'à l'extrémité de la colonne d'alcool.

Congrès des Sociétés Savantes.

M. le Président de la *Commission départementale de Météorologie du Rhône* nous communique la circulaire suivante qu'il vient de recevoir de la Direction de l'Enseignement Supérieur:

Le cinquante-deuxième Congrès des sociétés savantes de Paris et des départements s'ouvrira à la Sorbonne, le mardi 14 avril 1914, à 2 heures. Les journées des mardi 14, mercredi 15, jeudi 16 et vendredi 17 avril seront consacrées aux travaux du Congrès. M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts présidera la séance générale de clôture, le samedi 18 avril, à 2 heures.

COMMUNICATIONS FAITES AU CONGRÈS. — Les manuscrits entièrement terminés, lisiblement écrits sur le recto et accompagnés des dessins, cartes, croquis, etc. nécessaires, devront être adressés, avant le 31 janvier 1914, au 3^e Bureau de la Direction de l'Enseignement supérieur. Il ne pourra être tenu compte des envois parvenus postérieurement à cette date.

Il est laissé aux congressistes toute latitude dans le choix des sujets traités, qu'ils aient ou non un lien avec le Programme ci-contre, dressé par le Comité des travaux scientifiques et historiques.

(1) Ces thermomètres ne figurent que dans les installations très complètes; le thermomètre mouillé permet alors le calcul de l'humidité de l'air. Dans les installations simples que nous proposons il suffit d'avoir égard aux instructions concernant les thermomètres à maximum et minimum.

Toutefois, l'inscription à l'ordre du jour du Congrès des communications présentées sera subordonnée à l'approbation dudit Comité.

Ces prescriptions ne restreignent pas le droit, pour chaque congressiste, de demander la parole sur les questions du programme.

CONDITIONS DE PARTICIPATION AU CONGRÈS. — Les personnes désireuses de prendre part aux travaux du Congrès recevront, sur demande adressée à M. le Ministre, une carte de congressiste donnant accès dans les salles des séances.

Comme les années précédentes, il sera demandé aux diverses Compagnies de chemins de fer d'accorder aux congressistes, qui auront à effectuer, pour se rendre à Paris, un parcours simple d'au moins cinquante kilomètres, ou qui payeront pour ce trajet minimum, des *lettres d'invitation* donnant droit au transport à tarif réduit. Ces lettres, valable sans arrêt dans les gares intermédiaires, comporteront *l'aller*, en toutes classes, au prix ordinaire des billets à plein tarif et *le retour gratuit*, après visa du secrétaire du Congrès, en même classe qu'à l'aller et par le même itinéraire.

Les congressistes désireux de profiter de ces facilités devront en avvertir le 3^e Bureau de la direction de l'Enseignement supérieur, avant le 15 mars 1914, *dernier délai*, en indiquant exactement leur itinéraire.

Ces lettres seront valables, à *l'aller* : du samedi 4 au jeudi 16 avril, et *au retour* : du samedi 18 au lundi 27 avril.

Parmi les questions qui intéressent plus spécialement les lecteurs du *Bulletin* nous signalons les suivantes :

Section des sciences :

— Recherche de documents anciens sur les observations météorologiques en France et sur les variations de culture.

— Etudes locales sur les orages ; leur fréquence et les dégâts produits par la grêle.

Section de Géographie :

— Rechercher les documents anciens relatifs aux inondations.

— Documents relatifs aux variations des glaciers dans les Alpes françaises.

CORRESPONDANCE

Notre dernier article sur la fièvre aphteuse, *Bulletin* N^o 3, nous a valu l'intéressante lettre suivante, d'un de nos abonnés.

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

.....
Vous avez reproduit dans votre dernier n^o un article du *Progrès* concernant la fièvre aphteuse et dans lequel le « Paysan Caladois » gémit sur l'impuissance et l'inactivité des pouvoirs publics. Je veux supposer que l'auteur a assez d'expérience pour ne pas s'en étonner...

Il cite l'institut Rockefeller. — Excellent exemple, en effet, mais alors, pourquoi ne pas aller jusqu'au bout de cette idée-là ?

Schématisons : qui-est ce qui souffre le plus directement de la situation actuelle ? — L'élevage, représenté par les éleveurs.

Quels sont ceux qui bénéficieraient le plus de la disparition de la fièvre aphteuse ? — Les mêmes éleveurs.

Les dits éleveurs ont-ils le moyen, j'entends le moyen pécuniaire, de lutter efficacement contre le mal ? — Il y paraît : il y a en France quelques très gros éleveurs, beaucoup de gros, et infiniment de moyens et de petits.

Qu'ils se cotisent, qu'ils se taxent *ad valorem*, qu'ils réunissent la somme nécessaire pour fonder et entretenir durant quelques années un Institut outillé pour les recherches nécessaires. Qu'ils le confient à un ou plusieurs bactériologistes et vétérinaires indiqués par leurs recherches antérieures et ils auront, sinon l'absolue certitude, au moins la probabilité la plus grande, en l'état présent des choses, de trouver le remède contre le fléau.

N'est-ce pas là la meilleure façon d'être soi-même son Rockefeller — sans en être réduit à attendre le secours de pouvoirs publics déjà débordés par leur fonction électorale — ou quelque hypothétique Mécène ?

.....
Docteur G. MAHÉ.

Octobre 1913

Station de Saint-Genis-Laval

Altitude 299 m.

DATES	Pression atmosph. moy. (réduite à 0°)	TEMPÉRATURE à l'ombre			TEMPÉRATURE du sol à 12 h. à la profondeur de		VENT ET VITESSE EN MÈTRES PAR SECONDE.				HUMIDITÉ RELATIVE moyenne	PLUIE en 24 heures		EAU ÉVAPORÉE EN 24 H. (hauteur en mm.)	FRACTION D'INSOLATION (en centièmes)	NÉBULOSITÉ MOYENNE EN CENT. DE 8 H. à 22 H.	REMARQUES COMPLÉMENTAIRES
		Moyenne diurne	Minima	Maxima	0m10	0m30						hauteur en mm.	durée en heures				
							0 h.	6 h.	12 h.	18 h.							
1	732,3	11,8	10,1	14,3	14,15	ENE	ENE	OW	4 SW	3	93,9	15,5	7,1	0,5	0,04	0,92	Brd E T Alpes visibles P
2	35,5	13,9	10,8	16,8	13,40	ESE	SE	2 SW	4 S	3	83,5	1,7	5,5	0,8	0,04	0,86	E T Alpes visibles P
3	36,9	16,2	11,2	20,7	13,65	S	2 S	2 S	5 SSW	3	73,1	0,6	1,9	2,1	0,66	0,44	E Alpes visibles P
4	33,1	14,0	12,0	17,4	14,40	NNE	OSE	OSE	0 WSW	3	89,0	7,2	13,3	3,5	0,00	1,00	Or P
5	30,1	14,0	10,9	19,1	14,35	SSW	1 SSW	0 SSE	3 SSW	3	81,3	1,4	4,4	0,6	0,35	0,75	E P
6	30,2	12,1	8,9	20,3	14,00	SSW	2 SW	0 SSW	4 S	4	77,8	0,0	0,0	1,8	0,14	0,80	Rosée G
7	28,9	17,9	14,9	20,5	14,60	SSW	5 SSW	6 S	4 WSW	3	61,0			4,1	0,02	0,92	E Vt Ft
8	30,0	12,7	7,5	19,8	12,60	S	6 SW	7 N	2 S	0	82,9	25,5	11,4	6,0	0,00	0,98	P Vt Ft
9	36,6	10,9	4,4	17,9	12,25	SE	1 WSW	0 NE	1 NE	0	82,2			0,2	0,58	0,24	Brd rosée
10	36,1	11,0	6,4	17,1	12,20	NW	3 NNE	1 N	1 NE	0	84,0			2,1	0,38	0,22	Br rosée
11	38,8	12,9	5,9	20,9	12,35	N	OS	0 SE	1 NW	1	81,3	0,0	0,1	1,2	0,27	0,60	Br rosée G
12	43,9	12,4	8,7	17,9	12,80	NNW	2 NW	2 N	2 NNW	2	74,5			1,9	0,70	0,22	Rosée
13	44,2	11,9	8,1	16,9	12,10	N	5 N	6 N	4 NW	5	69,1			3,6	0,83	0,00	Vt Ft
14	44,3	7,5	4,0	12,3	11,30	NW	5 NW	2 N	2 NE	0	85,1			3,8	0,18	0,36	
15	41,9	7,0	1,2	11,5	10,55	W	0 ESE	1 SE	1 N	1	92,0	0,3	1,6	0,8	0,00	0,98	Brd P
16	41,5	10,8	7,4	13,4	11,00	NW	2 NW	4 NNW	2 NW	1	83,9	0,0	0,4	0,9	0,10	1,00	G Rosée
17	40,7	9,6	5,6	13,9	11,00	NW	2 W	1 ENE	2 N	0	89,3			1,4	0,36	0,00	Br Brd rosée
18	39,3	10,4	5,8	17,1	11,10	SW	1 SW	0 SSE	1 SSE	0	88,8			0,4	0,54	0,20	Brdrosée
19	37,2	10,4	3,6	18,2	11,00	NNW	0 NNW	0 SE	1 SSW	2	79,6			0,3	0,55	0,20	Brd rosée Alpes visibles
20	35,9	13,3	7,3	18,6	11,40	SSE	1 SW	1 S	7 S	6	73,0			1,9	0,58	0,24	Br Alpes visibles Vt Ft
21	31,8	17,0	14,9	19,4	12,60	S	7 S	7 SSW	10 S	10	58,6	0,0	0,0	5,8	0,40	0,74	G Vt Ft
22	32,5	9,5	6,5	18,2	11,60	SSW	8 N	4 NW	2 SW	0	85,5	20,9	10,8	8,3	0,00	0,86	P Vt Ft
23	36,6	13,4	7,0	17,8	11,20	NNW	1 E	1 S	7 E	1	72,8			0,5	0,09	0,92	Alpes visibles Vt Ft
24	40,4	15,0	9,7	22,2	11,70	N	2 N	0 ESE	1 SE	1	82,3			3,2	0,48	0,32	
25	38,2	17,0	10,2	23,7	12,30	S	0 SE	0 SSW	3 SE	2	71,7	0,0	0,3	1,5	0,62	0,42	Br rosée G Vt Ft
26	34,9	18,7	14,7	21,4	13,60	S	5 S	4 S	8 S	7	57,8	0,0	2,4	7,6	0,15	0,72	E G Vt Ft
27	33,5	17,6	14,5	21,0	13,80	S	9 S	4 S	10 SSE	5	57,6			9,4	0,45	0,36	Alpes visiblis Vt Ft
28	27,5	18,6	13,9	24,0	14,00	S	8 SSE	5 S	10 SSE	8	54,3			10,0	0,29	0,82	Alpes visibles Vt Ft
29	26,5	15,4	10,0	19,8	14,00	S	12 SSE	10 SSE	12 SE	2	66,5	11,8	3,6	9,8	0,00	0,76	E T Alpes visibles P Vt Ft
30	32,3	12,0	9,4	16,1	12,30	W	2 SW	2 SSE	1 S	3	77,6	6,8	4,6	4,3	0,30	0,54	Alpes visibles P
31	36,4	14,1	8,2	18,7	12,25	S	3 S	1 SSW	2 SE	3	69,5			2,3	0,57	0,55	Rosée Alpes visibles
MOY.	35,73	13,30	8,83	18,29	12,57		3,11	2,43	3,81	2,74	76,7	91,7	67,4	100,6	0,31	0,58	

Octobre 1913

Station du Mont-Verdun

Altitude 626 m.

DATES	TEMPÉRATURE			VENT, DIRECTION ET CHEMIN										HUMIDITÉ RELATIVE moyenne	PLUIE		NÉBULOSITÉ MOYENNE en cent. de 8 h. à 18 h	REMARQUES COMPLÉMENTAIRES
	à l'ombre			parcours en kilomètres de puis 24 heures											en 24 heures			
	Moyenne diurne	Minima	Maxima	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.	chemin parcours	hauteur en mm.		durée en heures			
1	10,5	9,3	12,9	SSE	SSE	SSE	SSE	SW	SE	SSE	SSE	364	91,7	18,2	7,2	0,86	P Vt Ft Alpes visibles Or	
2	11,9	11,0	14,1	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	780	84,3	0,4	3,2	0,73	P Br Vt Ft Alpes visibles	
3	13,6	9,6	17,7	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	883	76,5	0,6	2,2	0,23	Bdb P Vt Ft Alpes visibles Or Atmos	
4	11,9	11,0	15,0	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	WSW	666	93,8	5,8	8,6	0,97	Bdb P Vt Ft Or [transpte]	
5	11,5	9,0	15,1	W	WSW	SSW	SSE	SSE	SW	WSW	SSE	180	85,3	17,3	6,7	0,66	Bdb P Alpes visibles Or grésil	
6	11,7	8,3	16,3	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	417	86,5	0,2	1,1	0,97	P Br soir Vt Ft Atmosphère transpte	
7	15,0	12,5	17,1	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	873	71,8	0,3	1,5	0,86	P Vt Ft Alpes vis Atmosph. transpte	
8	10,3	7,2	16,8	S	S	S	NW	NNW	SE	SSE	S	986	88,0	27,3	12,0	1,00	Bdi P Vt Ft	
9	10,9	7,8	15,3	SSW	W	W	NNW	NNW	ENE	ENE	ENE	304	72,2			0,13	Bdb	
10	10,3	7,6	13,8	NE	NNE	NNE	N	NNW	E	ESE	SSE	25	80,8			0,20	Bdb Rosée Alpes visibles	
11	13,0	8,5	19,1	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	S	WSW	NNW	243	71,4	0,0	0,6	0,43	G Br soir Alpes visibles	
12	11,0	7,4	15,1	NW	N	NNW	NNW	N	N	N	N	190	79,0			0,23	Rosée Alpes visibles	
13	8,9	6,0	13,8	N	N	N	N	N	N	N	N	111	82,2			0,00	Br	
14	5,7	3,5	9,3	N	N	N	NW	N	N	N	NE	174	84,9			0,43	Bdi Br soir	
15	7,6	4,9	11,2	ESE	SSE	S	S	SW	NW	N	NE	123	75,4	0,4	2,7	0,96	Bdb P	
16	8,1	5,8	10,9	NW	NNW	N	N	N	N	N	NNW	79	88,5	0,3	0,3	1,00	Bdi P Br soir	
17	8,8	6,5	12,1	N	NNW	NNW	E	E	SSE	SSE	SSE	59	86,8			0,00	Bdb Br soir	
18	10,8	6,8	16,0	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	239	83,1			0,00	Bdb Rosée Br soir	
19	10,4	6,8	14,3	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	253	73,0			0,00	Bdb Rosée Br soir Vt Ft Alpes visible	
20	11,4	6,9	15,3	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	715	76,5			0,17	Br Vt Ft Alpes visibles	
21	13,8	12,0	15,9	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	975	70,8			0,50	Vt Ft Alpes visibles	
22	7,1	4,2	15,4	S	E	NW	N	N	N	E	SE	1169	89,3	26,6	12,0	1,00	Bdi Bi P Vt Ft	
23	10,9	6,4	14,9	S	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	390	78,2			0,80	Bdb Vt Ft Alpes visibles	
24	14,0	11,0	18,8	S	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	626	81,5			0,33	Br Vt Ft	
25	15,6	11,8	20,7	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	540	69,0			0,23	Br Vt Ft Alpes visibles	
26	15,3	13,5	17,5	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	1108	67,9	0,0	1,4	0,63	G Vt Ft Alpes visibles	
27	14,7	13,0	17,7	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	1055	69,9			0,23	Br Vt Ft Alpes vis. Atmosph. transpte	
28	15,9	13,2	20,2	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	1076	62,3			0,63	Br soir Vt Ft Alpes visibles	
29	12,9	8,6	16,9	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	S	SSE	1400	76,0	13,2	6,7	0,93	P Vt Ft Alpes visibles	
30	9,2	7,8	12,5	S	W	WSW	SW	SSE	SSE	SSE	SSE	772	85,4	9,8	6,2	0,40	Bdb P Vt Ft Alp. vis. Atmosph. transpte	
31	12,2	8,7	15,3	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	486	74,2			0,30	Vt Ft Alpes visibles	
MOY.	11,45	8,60	15,39									556,8	79,2	120,4	72,4	0,51		

CONSEILS AGRICOLES

Ce qu'on doit faire au jardin en Décembre.

1^o Jardin d'agrément (plein air)

Il y a peu de choses à faire dans ce mois, si ce n'est des changements dans la distribution des plantations, des défoncements pour le renouvellement des gazons, des rechargements d'allées, des élagages pour obtenir quelque point de vue nouveau ou obstrué par l'accroissement de certains arbres.

On peut encore planter en carafes, des Jacinthes, des Tulipes et des Narcisses. Si le temps est doux on peut voir quelques Violettes odorantes en pleine terre dans les endroits abrités et au pied des murs ; ainsi que la Rose de Noël (*Helleborus niger*), le *Chimonanthus fragrans*, quelques Pensées, etc.

2^o Jardin potager (plein air)

Continuer ou entreprendre des défoncements. Quand la gelée ne s'y oppose pas, labourer à grosses mottes la terre des carrés vides, afin que les gelées futures, la rendent friable. Au printemps cette terre s'échauffera d'autant mieux qu'elle aura été plus divisée. Porter les engrais et les fumiers là où l'on doit les enfouir. Faire des paillassons racommoder les outils, les coffres, les châssis. Nettoyer les graines, etc.

3^o Jardin fruitier.

On taille, quand il ne gèle pas trop fort, les Pommiers et les Poiriers de faible vigueur. Pour ceux qui ont donné une belle charpente, on attendra le mois de février car taillés en ce mois, les bois tendres pourraient être endommagés par les gelées ultérieures.

Fumer et défoncer les carrés qu'on se propose de replanter.



ETAT DE NOS PRÉVISIONS DU TEMPS

En ce qui concerne les prévisions à court terme, faites chaque jour à 15 heures pour le lendemain, nous avons eu, au mois d'octobre, une proportion de 81 0/0 de prévisions exactes. Depuis le 1^{er} Octobre 1912, nous avons fourni 345 prévisions, dont 67 mauvaises, soit une proportion de 80,58 0/0 de bonnes prévisions.

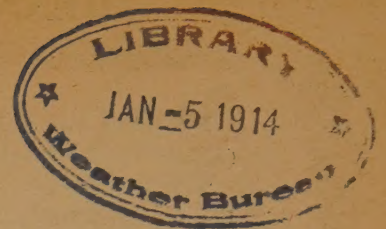
Pour les prévisions à long terme, faites le 20 de chaque mois, pour tout le mois suivant, il ne faut pas s'en tenir, nous l'avons plusieurs fois expliqué, à la lettre de nos pronostics, mais il faut interpréter les grandes périodes que nous nous efforçons de prévoir : par exemple, au mois d'Août, du 23 au 30 nous commettons 1 faute sur 8 prévisions ; du 5 au 13 Septembre, 1 faute sur 9 prévisions ; du 1^{er} au 13 Septembre, 2 fautes sur 13 prévisions ; du 9 au 16 Septembre, 1 faute sur 8 prévisions ; du 24 au 30 Septembre, 1/2 faute sur 7 prévisions.

En résumé, depuis le 1^{er} Août 1913, nous avons fait 92 prévisions dont 28,5 ont été mauvaises : soit une proportion d'ensemble de 69 0/0 de prévisions exactes.



OBSERVATOIRE DE LYON

BULLETIN MÉTÉOROLOGIQUE



Critique de notre prévision du mois de novembre: Nos prévisions pour ce mois se sont bien réalisées, nous avons eu 24 prévisions bonnes et 6 mauvaises, et avons atteint, par conséquent, un pourcentage de 80 % de prévisions exactes. Parmi nos erreurs, deux seulement sont réellement importantes, ce sont celles concernant les prévisions pour les journées des 12 et 13: nous avons pour ces deux dates annoncé du beau temps alors qu'en fait nous avons observé de l'orage et de la pluie. Nous avons, d'autre part, annoncé des gelées dans la période du 20 au 23, cette prévision s'est trouvée justifiée, car on nous a signalé de la gelée blanche le 20 à Régnié et Belleville, communes du département du Rhône. Dans son ensemble, ce mois fut très doux, comme nous l'avions prévu.

Janvier normal: En moyenne la température de l'air est voisine de 1°,1. Les minima et les maxima donnent des moyennes de - 1,4 et + 3,9. C'est généralement au cours de ce mois, dans la période du 14 au 20 que se produit le minimum de température de l'année, et c'est entre ces dates qu'on a noté la température la plus basse qui se soit produite à Lyon depuis 1880: à la date du 17 janvier 1893, le thermomètre est descendu à - 19°3 à St. Genis-Laval et - 25° au Parc de la Tête-d'Or. Ce mois de janvier 1893 est, d'ailleurs, le plus froid observé depuis 1880, sa température moyenne ayant été de - 4°,10.

Pendant le mois de janvier, on note en moyenne 19 jours de gelée. Il y a 14 jours de pluie, dont 5 de neige, apportant au sol en moyenne 31^{mm} d'eau en 67 heures. C'est le mois le plus brumeux de l'année, on y note en moyenne 10 jours de brouillard. C'est également au cours de ce mois qu'on a observé le plus souvent des périodes de brouillard persistant: nous citerons en particulier celles du 19 au 24 janvier 1896 et du 14 au 23 janvier 1898.

La fraction d'insolation remonte en janvier à 0,17 et le vent souffle plus généralement du nord.

Nos comparaisons avec les années antérieures nous incitent à penser, que le mois de Janvier 1914, semble devoir se présenter dans son ensemble comme assez froid, avec minima relatifs de température vers: les 1-3, 12-14, 18-22, 24, 27- 30.

Ce mois sera assez brumeux, mais on a guère à craindre de chutes importantes de pluie ou de neige, que vers les: 1-3, 9-10, 15-16, 24-25 et 29-30.

1913 == MOIS DE NOVEMBRE			MOIS DE JANVIER 1914			
D. TES	TEMPS PRÉVU	TEMPS OBSERVÉ	Prévisions		D. TES	TEMPS PRÉVU
			bonnes	mauvaises		
1	Assez beau, doux.	Assez beau le jour, pluie soirée, doux.		I	1	Nuageux, averses, assez froid.
2	id id	Assez beau, doux.	I		2	Assez nuageux, crainte de neige, ass. froid.
3	Nuageux.	Nuageux doux.	I		3	Couvert, qq ^{es} averses, assez froid.
4	Nuageux, tendance à la pluie,	Nuageux, brumeux, pluie doux.	I		4	Couvert, brumeux.
5	Nuageux, petite pluie à craindre.	Nuageux, faibles pluies de 12 ^h à 24 ^h .	I		5	Nuageux, brumeux.
6	id id	Couvert, petite pluie, baisse.	I		6	Couvert, brumeux, faible neige possible.
7	Nuageux, petite pluie, gelée bl. possible.	Nuageux, petite pluie froid.	I		7	id id
8	Couvert, quelques pluies, hausse de temp.	Nuageux, petites pluies hausse, du Max.	I		8	Couvert, brumeux.
9	Couvert et pluie, doux.	Pluie de 0 ^h à 4 ^h , doux, assez beau.	I/2	I/2	9	Pluie ou neige.
10	Beau.	Très doux, beau.	I		10	Quelques pluies ou neiges.
11	Assez nuageux, quelques ondées.	Assez nuageux, quelques ondées.	I		11	Quelques averses.
12	Beau.	Ciel couvert, gouttes, orage le soir.	I		12	Nuageux, très faibles ondées, froid.
13	Assez beau, froid.	Ciel nuageux, petites pluies, baisse.	I		13	Nuageux, qq ^{es} ondées, froid.
14	Très nuageux, averses à craindre, hausse.	Couvert, légères averses.	I		14	id id
15	Pluie.	Quelques pluies.	I		15	Pluie ou neige.
16	Pluie.	Pluie.	I		16	Nuageux, quelques ondées.
17	Pluie.	Brouillard et pluie.	I		17	Nuageux, brumeux, faibles ondées.
18	Très nuageux, amélioration passagère.	Assez beau, avec brd et bruine.	I		18	Assez beau, froid.
19	Pluie.	Très nuageux, bruine matin p ^{te} pluie. à 16 ^h .	I		19	Beau, froid.
20	Pluie ou neige, froid, gelée possible.	Brd ruisselant, baisse de température.	I/2	I/2	20	id id
21	Très nuageux, pluie, froid gelée possible.	Couvert, V ^t F ^t froid.	I		21	Nuageux, crainte de neige, froid.
22	id id	Couvert et pluie, assez doux.	I		22	Nuageux, crainte de pluie ou neige, froid.
23	Pluie ou neige, froid, gelée.	Pluie, frais.	I		23	Quelques ondées.
24	Très nuageux, averses, réchauffement.	Très nuageux, p ^{te} pluie depuis 18 ^h .	I		24	Quelques averses, froid.
25	Nuageux, averses encore à craindre, doux.	Doux, petites pluies.	I		25	Quelques averses.
26	Assez beau, doux.	Assez beau, doux.	I		26	Quelques averses, baisse de température.
27	Nuageux, brumeux, ondées, doux.	Doux, nuageux, brumeux, bruines.	I/2	I/2	27	Nuageux, quelques ondées, assez froid.
28	id id	Doux, nuageux, brumeux, petites pluies.	I		28	Pluie ou neige, assez froid.
29	Assez beau, doux.	Nuageux, doux,	I		29	Amélioration passagère, assez froid.
30	Nuageux, pluie possible.	Couvert tout le jour.	I/2	I/2	30	Nuageux, quelques ondées, assez froid.
					31	Nuageux, qq ^{es} pluies ou neige.
Total..			26	6		

RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES GÉNÉRAUX

CONCERNANT LE MOIS DE NOVEMBRE (1)

Pression barométrique. — La pression barométrique moyenne (739,03^{mm}) est très supérieure à la normale (736,59^{mm}). Le maximum 748,0^{mm} s'est produit le 30 à 9 heures et le minimum 726,0^{mm} le 13 à 5 heures.

Température. — La température moyenne du mois (9°,78) est supérieure de plus de 3°,5 à la normale (6°,06). Les températures extrêmes de chaque jour ont donné comme moyennes, les maxima : 12°,81, les minima : 7°,02. La température la plus élevée fut notée le 12 : 18°,6, la plus basse le 20 : 2°,0.

C'est le mois de novembre le plus chaud observé à St Genis-Laval depuis 1880.

La température moyenne du sol à 0^m,10 de profondeur (10°,33) est également très supérieure à la normale (7°,18).

Ciel. — La nébulosité moyenne (0,82) est sensiblement supérieure à la normale (0,71), la fraction d'insolation moyenne (0,12) est, par suite, inférieure à la normale (0,20) le soleil n'ayant brillé pendant le mois que 34^h,2. On ne rencontre aucune journée parfaitement belle, par contre le soleil est resté invisible au cours de 14 journées. On a noté 6 jours avec de la brume, 9 avec brouillard, 4 avec rosée. Les Alpes ont été visibles au cours de 4 journées.

Pluie, humidité, évaporation. — Le nombre total des jours pluvieux (19) est assez supérieur à la normale (14), il en est de même de la durée des chutes de pluie : 95^h,9 (durée normale 80^h,8). Mais la quantité d'eau apportée au sol par ces chutes (67,9^{mm}) est restée sensiblement normale. Aux 19 jours de pluie, il convient d'ajouter 3 journées, les — 11, 18 et 27, — où de légères averses n'ont pas donné d'apports d'eau sensibles. Enfin pour chacune des journées du 4 et du 21, la condensation du brouillard a fourni au pluviomètre une lecture de 0,2^{mm} ; le 4, la couche de brouillard avait une épaisseur de 280 mètres au dessus de la station, tandis que le 21, où l'apport d'eau fut le même, elle, n'avait que 60 mètres d'épaisseur.

Par suite de la température élevée de l'air et de la fréquence des vents de sud, l'humidité relative moyenne (81,2) est un peu inférieure à la normale (82,7), bien que la pluviosité ait été normale. L'évaporation, au contraire, (62,6^{mm}) est supérieure à la normale (40,5^{mm}). Un orage assez violent s'est produit dans la soirée du 12 : il a même donné une chute de grêle assez importante dans certains quartiers de Lyon.

Vent. — Sur 240 observations trihoraires, on a noté : N : 30 ; NE : 6 ; E : 5 ; SE : 13 ; S : 58 ; SW : 33 ; W : 23 ; NW : 39 ; calme : 33. La vitesse moyenne du vent 2,76^m à la seconde, est sensiblement normale. La vitesse la plus grande fut notée le 11 par vent de sud : 21 mètres à la seconde, à 9 heures. Le vent de sud fut prédominant.

(1) D'après les observations de St-Genis-Laval.

Novembre 1913

Station du Parc de la Tête-d'Or

Altitude 175 m.

DATE	Pression atmosph. moy. (réduite à 0°)	TEMPÉRATURE à l'ombre			TEMPÉRATURE en plein air à 5 cm au-dessus du gazon		TEMPÉRATURE DU SOL à 12 h. A LA PROFONDEUR DE :				VENT DES NUAGES à midi	HUMIDITÉ RELATIVE moyenne	EAU TOMBÉE (hauteur en mm)	EAU ÉVAPORÉE EN 24 h. (hauteur en mm)	FRACTION D'INSOLATION (en centièmes)	NÉBULOSITÉ MOYENNE en cent. de 7 h à 22 h	REMARQUES COMPLÉMENTAIRES	
		Moyenne diurne	Minima	Maxima	Minima	Maxima	0m10	0m30	0m50	1m00								
1	748,3	15,9	12,2	18,8	9,8	18,0	12,6	12,6	12,5	12,5	SSW	76,6		2,9	0,01	0,97	P	ABRÉVIATIONS : Br Brume Brd brouillard Bdi brouillard intense Bi bruine P pluie G gouttes N neige n flocons ou petite neige inappréciable. Or Orage E éclairs Vt Ft vent fort Bdi rosée Bdb brouillard bas
2	51,6	12,2	9,0	17,0	7,8	17,0	12,8	12,6	12,6	12,8	SW	95,8	14,3	2,7	0,02	0,48	Br P	
3	51,3	11,6	6,7	17,9	5,3	17,8	12,8	12,6	12,6	12,8	WSW	95,8		0,2	0,05	0,73	Brd rosée	
4	47,9	12,7	10,6	14,4	7,6	14,8	12,5	12,4	12,5	12,7		98,8		0,7	0,00	0,97	P	
5	43,8	12,5	8,8	15,0	6,7	14,9	12,2	12,4	12,5	12,8	SW	91,5	4,9	0,1	0,00	1,00	Bdi P	
6	42,7	10,3	7,3	13,7	5,2	18,7	12,0	12,2	12,5	12,8	W	73,5	2,2	1,1	0,35	0,63	P	
7	42,1	8,0	3,5	11,4	4,0	12,9	11,0	12,0	12,3	12,7	W	75,0	1,0	3,0	0,00	0,75	P	
8	47,0	7,7	2,7	12,8	1,6	13,2	10,4	11,0	11,8	12,7	W	84,8	0,5	1,9	0,00	0,78	P	
9	45,7	11,8	6,9	16,1	5,7	15,3	10,6	11,0	11,8	12,7	S	81,2	5,1	1,5	0,61	0,72	P	
10	43,1	14,5	8,6	18,6	8,9	19,8	11,2	11,1	11,5	12,5	SW	74,2		3,6	0,62	0,55	Vt Ft S Halo	
11	42,1	17,3	12,0	19,6	6,7	18,7	11,6	11,3	11,5	12,4	SW	61,5		3,6	0,06	0,98	G Vt Ft S E	
12	40,5	16,4	10,6	20,1	14,0	20,1	12,6	12,0	11,8	12,3	SW	66,6		6,1	0,00	0,98	P Or Gr	
13	37,6	11,4	7,6	15,4	7,0	14,9	12,0	12,0	11,8	12,3	W	73,8	11,2	3,9	0,05	0,90	P arc-en-ciel	
14	41,9	8,3	3,2	11,0	1,9	12,4	11,0	11,6	11,8	12,3	NNW	75,9	2,8	2,5	0,29	0,75	P	
15	46,2	9,3	7,4	12,6	5,6	12,0	10,8	11,2	11,7	12,2	WNW	83,4	0,2	1,7	0,00	0,97	P	
16	52,2	8,7	7,0	11,3	6,3	11,4	10,6	10,7	11,7	12,2		93,5	2,7	1,3	0,00	0,98	P	
17	56,7	8,6	5,6	11,5	4,4	12,3	10,8	10,7	11,3	12,2	WSW	97,5	0,8	0,3	0,00	0,97	P	
18	56,7	9,9	5,4	14,6	6,0	16,9	10,6	10,7	11,2	12,1	SSE	95,0	0,2	0,3	0,33	0,28	Brd	
19	58,1	9,2	5,0	14,0	4,0	14,9	10,6	10,7	11,2	12,1	N	91,7		0,5	0,06	0,72	Brd P	
20	57,5	5,3	2,2	7,8	0,8	8,6	9,2	10,4	11,2	12,1		97,3		0,8	0,00	1,00	Bdi rosée	
21	53,2	10,3	4,8	15,0	5,0	13,7	9,2	10,4	11,1	12,0	S	82,9		0,2	0,09	0,50	Bdi	
22	52,0	10,4	7,2	13,8	9,0	12,0	9,2	10,4	11,1	12,0	WSW	88,4		4,0	0,00	1,00	P	
23	50,3	8,2	6,9	10,2	6,9	13,2	9,2	9,4	11,1	12,0	NW	97,3	26,2	0,4	0,00	1,00	P	
24	49,5	7,1	5,4	9,0	4,9	9,5	9,8	10,1	10,5	11,6	N	89,2	1,6	0,3	0,00	1,00	Br P	
25	55,5	5,8	3,2	9,0	4,5	10,2	9,0	9,2	10,9	11,8	N	91,2	1,9	0,3	0,16	0,58	P	
26	57,4	6,1	2,0	9,7	0,3	10,6	9,0	9,2	10,0	11,3	N	88,6	0,1	1,4	0,21	0,68		
27	57,8	7,4	4,9	10,0	4,0	12,0	9,0	9,3	10,0	11,3	N	91,5		0,9	0,00	0,93	Brd Bi G	
28	57,1	8,3	7,3	9,0	5,8	9,3	9,0	9,2	10,0	11,3	N	93,3		0,8	0,00	1,00	Bi P	
29	57,9	10,2	8,9	12,7	6,9	12,8	9,0	9,2	10,0	11,3	N	81,2	0,4	0,5	0,00	0,97		
30	58,1	7,9	6,2	9,3	7,0	10,0	9,0	9,2	10,0	11,3		88,0		2,0	0,00	1,00		
MOY.	50,06	10,10	6,63	13,38	5,79	13,93	10,64	10,89	11,42	12,17		85,5	76,1	49,5	0,10	0,83		

ABRÉVIATIONS :

Br Brume
Brd brouillard
Bdi brouillard intense
Bi bruine
P pluie
G gouttes
N neige
n flocons ou petite
neige inappréciable.
Or Orage
E éclairs
Vt Ft vent fort
Bdb brouillard bas